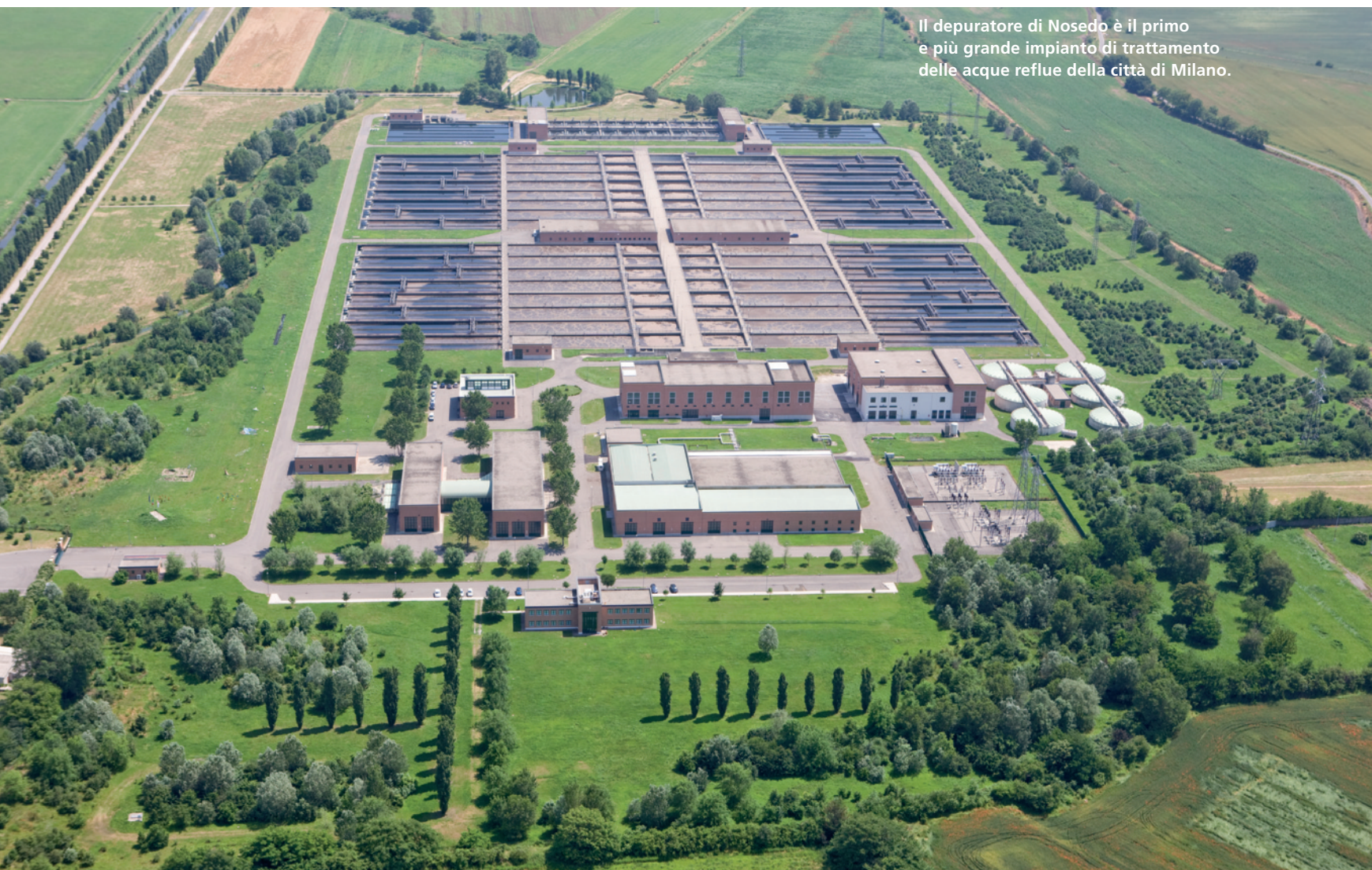


Il depuratore di Nosedo è il primo e più grande impianto di trattamento delle acque reflue della città di Milano.



Efficienza energetica dalle acque di scarico

Le acque depurate diventano pozzo termico per le pompe di calore a servizio due edifici del depuratore di Milano-Nosedo.

Davide Grimaldi

Il depuratore di Nosedo è il primo e più grande impianto di trattamento delle acque reflue di Milano. In esso vengono "rigenerati" ogni anno 150 milioni di metri cubi di acque di scarico provenienti dal bacino scolante centro orientale, pari al 50% dell'intera città, con una capacità di trattamento di 1.250.000 abitanti equivalenti. Le acque depurate vengono restituite all'ambiente ad un elevato livello qualitativo tale da rispettare i limiti imposti per il riuso irriguo, fornendo acqua a cir-

ca 90 aziende agricole per un'estensione di 3.700 ettari.

Integrazione paesaggistica ed ambientale

Il depuratore sorge in un'area compresa tra la città costruita e la vasta fascia irrigua che si estende a sud.

Si tratta di un territorio ricco di valori paesistici e culturali, con un'articolata rete idrografica di rogge e fontanili che ha legato la sua storia al lungo lavoro di boni-

fica e riorganizzazione territoriale operato dai monaci cistercensi.

Verso sud, la parte più imponente dell'impianto per le sue dimensioni è quella occupata dalle vasche di trattamento, incassate nel terreno, attraverso le quali i flussi dei liquami, provenienti dalle sezioni di grigliatura, dissabbiatura e disoleatura, sono sottoposti a trattamento biologico, prima di giungere alle sezioni di filtrazione su sabbia e disinfezione.

Al termine del processo, le acque depurate vengono restituite al sistema irriguo della campagna circostante.

La parte a nord è invece quella dove si trova l'accesso al complesso e dove sono collocati gli edifici adibiti ai servizi e alla rappresentanza. La scelta dei materiali per questi fabbricati ha tenuto conto del contesto paesaggistico e così, ricercando un'armonia con la tipologia della cascina diffusa in questa parte di territorio, tutte le

strutture presentano un rivestimento con elementi in cotto; ma anche il ricorso sistematico ad elementi costruttivi e di rifinitura caratterizzanti (basamenti, coronamenti, architravi a vista) cercano di restituire all'intero complesso un carattere unitario. Un elemento importante e integrante del polo depurativo è il progetto di inserimento ambientale, necessario per un impianto di dimensioni così imponenti, per di più in un'area con notevoli connotazioni ambientali.

Il progetto in fase avanzata di realizzazione, prevede intorno all'impianto il completamento dell'esistente parco di 20 ettari, sino ad oltre 100 ettari in uno degli ambiti di maggior pregio del Parco Sud.

Saranno attuati interventi di carattere naturalistico intervallati da ampie aree agricole, finalizzati alla ricomposizione paesistico-ambientale di una porzione dell'antica Valle della Vettabbia dominata dall'Ab-

bazia di Chiaravalle, risalente al XII secolo, e alla creazione di habitat diversificati, ma tra loro connessi e tali da favorire la massimizzazione della biodiversità.

Anche dal punto di vista degli odori, il depuratore è stato perfettamente integrato con l'ambiente, realizzando un sistema di captazione dell'aria da tutti gli edifici di trattamento per l'abbattimento di eventuali odori molesti.

Ambiente ed energia

Il depuratore di Nosedo è all'avanguardia nell'efficientamento energetico grazie anche all'uso del calore dell'acqua depurata per alimentare le pompe di calore che provvedono alla climatizzazione degli edifici.

Nel sito del depuratore sono presenti acque reflue depurate, rese disponibili a fine ciclo dal depuratore, sfruttabili come pozzo termico in accoppiamento con unità



Nel depuratore vengono "rigenerati" ogni anno 150 milioni di metri cubi di acque di scarico provenienti dal bacino scolante centro orientale di Milano, pari al 50% dell'intera città.

a pompa di calore per la climatizzazione degli ambienti.

Le acque depurate hanno temperature variabili tra un minimo di +10 °C con clima rigido invernale e un massimo di +24 °C nel periodo estivo, risultando ideali per lo sfruttamento in impianti di climatizzazione, con significative ottimizzazioni dei consumi energetici sia rispetto ad impianti di generazione termica e frigorifera tradizionali (tipicamente generatori di calore a gas metano e gruppi refrigeratori d'acqua con condensazione ad aria) sia nei confronti di pompe di calore aria/acqua, fortemente dipendenti dalle condizioni climatiche, essendo in tal caso il pozzo termico costituito dall'aria esterna.

L'applicazione della tecnologia della pompa di calore permette di recuperare di calore a bassa entalpia sia dalle acque di scarico che dall'acqua captata nelle centrali di potabilizzazione decentrate nell'area cittadina, il tutto finalizzato alla produzione di

acqua calda a 90 °C idonea per effettuare teleriscaldamento.

Lo sfruttamento delle acque depurate può essere a tutti gli effetti assimilato a fonte rinnovabile di energia, poiché nel funzionamento in riscaldamento a pompa di calore esse costituiscono un pozzo termico, meno affetto dalle condizioni atmosferiche rispetto all'aria, dal quale estrarre calore (non altrimenti riutilizzabile) mediante il lavoro del compressore entro un ciclo frigorifero (a fronte di 1 kW elettrico assorbito possono essere ottenuti circa 4,5 kW termici). Nella climatizzazione estiva inoltre la disponibilità di acque depurate consente la condensazione ad acqua anziché ad aria sulle medesime unità, ottenendo valori di efficienza energetica decisamente superiori rispetto a gruppi frigoriferi di taglia corrispondente.

In tale contesto è stata pertanto adottata la tecnologia ormai matura delle unità a pompa di calore a inversione di ciclo (ca-

I PROTAGONISTI DELL'IMPIANTO

Proprietà

Milano Depur

Committente

Vettabbia

Progettazione impianto

Tekser

Gestione operativa del depuratore

Vettabbia

I fornitori

Pompe di calore acqua-acqua: Clivet

paci cioè di agire come refrigeratore invertendo la "direzione" del ciclo frigorifero a compressione), abbinandola allo scambio con la fonte idrotermica disponibile in loco, le acque depurate appunto.

Tale soluzione costituisce una incisiva misura di efficientamento energetico dell'impianto di climatizzazione a servizio dei due edifici esistenti in sito: l'edificio Servizi Decentralizzati e Rappresentanza e l'edificio Servizi Generali.

Per la produzione dei fluidi termovettori primari richiesti per la climatizzazione estiva ed invernale di entrambi è stata prevista pertanto la rimozione dei gruppi a pompa di calore esistenti con scambio ad aria e la loro sostituzione con altrettanti gruppi a pompa di calore in esecuzione "packaged" compatta, di tipo multi compressore ad acqua, con scambio da fonte idrotermica (acque reflue depurate).

Le unità previste a progetto risultano particolarmente idonee alla produzione ad elevata efficienza in qualsiasi stagione di funzionamento, dei seguenti fluidi termovettori:

- nella stagione estiva: acqua refrigerata a 7 °C;
- nella stagione invernale: acqua calda a 45 °C.

Vista delle pompe di calore aqua-acqua al servizio degli edifici.



L'indice di efficienza energetica migliora sensibilmente rispetto al preesistente impianto con scambio in aria passando da un COP di 3,0 ad un COP di 3,5 e da un EER 4,5 ad un EER di 5,5.

Gli impianti interni esistenti di entrambi gli edifici, essendo già predisposti al funzionamento con queste temperature in quanto già serviti da pompe di calore aria/acqua, non hanno subito alcun intervento sostanziale a valle della centrale termofrigorifera di nuova realizzazione.

Le acque reflue depurate sfruttate a scopo termico sono prelevate dal canale di raccolta posto a valle della sedimentazione finale del primo modulo del depuratore, per mezzo di tre elettropompe ad asse verticale prolungato (una di completa riserva e tutte con motore esterno) della portata unitaria nominale di circa 11 l/s, filtrate poi meccanicamente mediante un gruppo di filtrazione costituito un filtro autopulente automatico idoneo per carichi elevati di solidi sospesi e condizioni di impiego gravose.

A valle dello scambio termico l'acqua è reimpressa nel punto più vicino ovvero nel canale di adduzione al ricircolo miscela aerata.

I fluidi termovettori primari sono prodotti da due nuove unità a pompa di calore ubicate nella centrale termofrigorifera del piano terra dell'edificio Servizi Generali (più vicino al punto di presa delle acque depurate); l'adduzione dell'acqua calda o refrigerata alla centrale dell'edificio Servizi Decentrati e Rappresentanza viene assicurata mediante una rete di tubazioni di tipo preisolato interrate in corrispondenza del cordolo della strada di collegamento tra i due edifici.

Per ottimizzare il funzionamento delle due pompe di calore è stato previsto un sistema di regolazione automatica per l'inserimento in cascata delle due unità, in funzione del fabbisogno termico o frigorifero da erogare per il riscaldamento

DEPURATORE E POLO ENERGETICO

Le considerazioni di Guido Davoglio, Direttore Tecnico di Tekser

Com'è nata la scelta di riutilizzare le acque reflue come fonte energetica in abbinamento alle pompe di calore?

L'idea, nata inizialmente per un progetto ben più ampio rispetto a quanto realizzato al momento solo per i due edifici ausiliari del depuratore, deriva dalla constatazione che le acque reflue depurate hanno valori minimi di temperatura e portata, anche nelle condizioni più sfavorevoli, che le rendono ideali per essere sfruttate anche come pozzo termico e non solo come risorsa per l'irrigazione dei suoli agricoli come già avviene; si replica quindi lo schema già frequente a Milano delle pompe di calore con scambio da fonte idrotermica, con l'ulteriore vantaggio di disporre di portate d'acqua superficiali ben più elevate (mai inferiori a 3.500 l/s) rispetto al consueto sfruttamento delle acque sotterranee.

Che peso ha la tecnologia della pompa di calore nel risparmio annuale di energia primaria?

Il beneficio in termini di efficienza energetica consiste proprio nel poter estrarre il contenuto di calore dalle acque depurate, funzione questa svolta proprio dalle unità a pompa di calore

La soluzione è adattabile ad altre realtà?

Certamente sì, per esempio stiamo valutando con il depuratore di Nosedo alcune ipotesi per convogliare una piccola frazione delle acque depurate anche alla vicina abbazia di Chiaravalle e a una cascina in adiacenza che sarà riconvertita in un'iniziativa di cohousing, anche in tali casi sfruttando la tecnologia delle pompe di calore tali utenze potranno incrementare sostanzialmente l'efficienza energetica; più in generale, il messaggio forte è che i depuratori delle acque reflue urbane possono diventare anche un polo energetico ad alta efficienza per distribuire calore alle utenze interne (se si tratta di piccoli siti) o anche verso le utenze cittadine mediante una rete di teleriscaldamento (qualora ci sia maggior massa critica).

od il raffrescamento dei due edifici serviti. Una sonda per il rilievo della temperatura del fluido vettore posta sul ritorno generale dei fluidi provenienti dai due edifici, attraverso un regolatore di tipo digitale diretto (DDC) provvede ad inserire o disabilitare in cascata il funzionamento delle due unità.

Le temperature di intervento sono: 40 °C nel periodo invernale e 12 °C nella stagione estiva.

Il sistema di regolazione provvede inoltre a gestire l'alternanza periodica di funzionamento sia delle unità a pompa di calore che delle elettropompe di nuova fornitura relative ai circuiti sorgente, utilizzo ed acque reflue.

Rispetto alla situazione preesistente il miglioramento dell'efficienza delle unità termo frigorifere consente una ridu-

zione dei consumi energetici per climatizzazione stimabile in circa il 50% su base annua.

Opportunità future

L'intervento di riqualificazione per l'ottimizzazione energetica degli edifici esistenti del sito di Nosedo rende attraente lo sfruttamento termico delle acque reflue trattate anche nel più ampio contesto urbano nel quale il depuratore è inserito attraverso la realizzazione di una centrale di teleriscaldamento in grado di sfruttare le risorse disponibili nel sito. Il potenziale bacino d'utenza è costituito dai vicini edifici di edilizia economica-popolare di proprietà Aler, posti nelle immediate vicinanze del depuratore, e in seconda fase dalla possibilità di allacciare ulteriori edifici pubblici o a uso

UN LUOGO RIVALUTATO

Il parere di Roberto Mazzini, presidente Milano Depur.

Che vantaggi ha portato la vocazione "green" del depuratore di Nosedo non solo in termini di riuso dell'acqua, ma anche in termini di sfruttamento delle energie rinnovabili?

Con la realizzazione dell'impianto di recupero di calore dall'acqua di scarico depurata, il depuratore di Nosedo sta rivalutando il ruolo del depuratore non

solo come luogo da rilegare nei posti più remoti e periferici della città in quanto luogo di soli cattivi odori, facendolo assurgere a vettore energetico in senso lato.

Riuscite a quantificare il risparmio ottenibile annualmente?

Per quanto riguarda i risparmi energetici conseguiti con l'attivazione del nuovo impianto con pompe di calore acqua/acqua Clivet, si raggiungo risparmi di

energia che superano il 50% dell'energia consumata in precedenza con pompe acqua/aria. Per noi questa energia recuperata dall'acqua è da ritenersi energia rinnovabile a tutti gli effetti.

In alternativa all'energia termica che si sarebbe potuto recuperare dal fango di supero, vista l'idoneità dello stesso al riuso nel mondo agricolo è stato temporaneamente preferita l'alternativa del recupero di sostanze nutritive quali il Carbonio, l'azoto ed il fosforo.

pubblico (scuole, gerontocomi, ecc.). Accanto a queste utenze con necessità esclusivamente "termiche" (riscaldamento invernale, produzione acqua calda sanitaria) è da valutare anche la fattibilità di interconnessione con il futuro complesso sanitario e di ricerca medica del Cerba (Centro Europeo di Ricerca Biomedica Avanzata), previsto accanto all'attuale Istituto Europeo di Oncologia (IEO).

Per la rilevanza delle dimensioni ed i fabbisogni energetici ad esso connessi, il

Cerba potrebbe assicurare infatti un elevato carico di base per la centrale di teleriscaldamento di Nosedo in qualsiasi periodo dell'anno (specie se integrata con il teleraffreddamento).

Lo sfruttamento delle acque reflue depurate come pozzo termico per unità elettriche a pompa di calore può essere realizzato autonomamente e costituire il cuore della futura centrale di teleriscaldamento, abbinando tale tecnologia a tradizionali generatori di calore a gas meta-

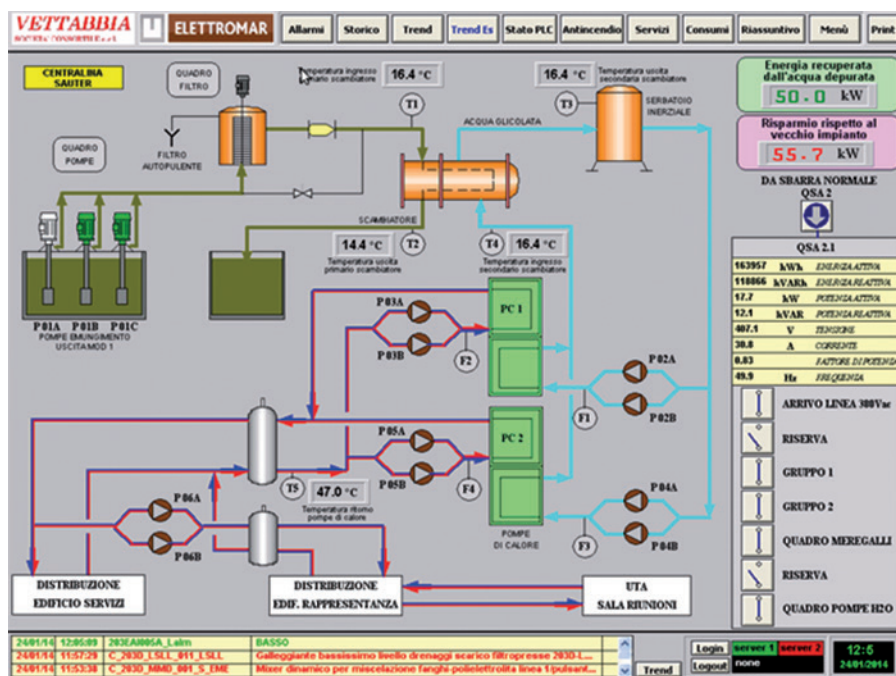
no (come integrazione e soccorso) e a un opportuno volano termico per sopperire ai carichi di picco invernali connessi al riavvio mattutino degli impianti termici degli edifici serviti dalla nuova rete.

L'allestimento della centrale di teleriscaldamento è completato da un sistema di trigenerazione (produzione combinata di energia elettrica, termica e frigorifera) alimentato a gas metano.

L'allestimento della centrale di teleriscaldamento con pompe di calore acqua/acqua a compressione elettrica e scambio da fonte idrotermica (acque reflue depurate) potrebbe articolarsi su due reti distinte:

- una rete ad alta entalpia (mandata acqua a 90 °C, ritorno a 65 °C) a servizio sia delle destinazioni d'uso residenziali e pubbliche;
- la seconda rete a bassa entalpia (50 °C in mandata, ritorno a 35 °C) a servizio del Cerba, nel quale come illustrato in precedenza sono previsti impianti di climatizzazione a bassa temperatura.

La realizzazione della centrale di teleriscaldamento potrebbe essere concepita per fasi in funzione di uno sviluppo flessibile e graduale delle sue dotazioni, armonizzandolo al progressivo incremento nel tempo delle potenze e dei fabbisogni delle utenze ad essa allacciate



Schema della centrale di climatizzazione.

© RIPRODUZIONE RISERVATA